

Podstawy Mechaniki

Zadania domowe – Seria 4 (30 października 2019)

Zadanie 1

Trzech panów A , B i O' jedzie w pociągu relatywistycznym o długości własnej L poruszającym się z prędkością V . Pan A jest na początku, pan O' w środku a pan B na końcu pociągu. Czwarty pan O stoi na peronie. Dokładnie wtedy gdy O' mijał O , do obu panów dotarły sygnały świetlne wysłane przez panów A i B . Który z panów A i B wysłał swój sygnał wcześniej i o ile:

- a) według pana O ,
- b) według pana O' ?

Odpowiedź:

- a) A później
- b) jednocześnie

Zadanie 2

Agent 007_{TM} czeka na początku peronu o długości L w bardzo szybkim samochodzie na pociąg poruszający się z prędkością $V = c/2$. Zadaniem agenta jest dostarczenie przesyłki z końca pociągu na jego początek, zanim przód pociągu opuści peron. Jaka może być maksymalna długość własna L_0 pociągu aby misja agenta była wykonalna?

Odpowiedź: $L_0 \leq \frac{L}{\sqrt{3}}$

Zadanie 3

Przeprowadzono spektrometryczne badania widma promieniowania pochodzącego z odległej galaktyki. Linie widmową o długości fali $\lambda = 730 \text{ nm}$ udało się utożsamić z linią wodoru, która w warunkach laboratorium ma długość fali $\lambda_0 = 486 \text{ nm}$. Obliczyć prędkość v i zwrot ruchu galaktyki względem Ziemi przy założeniu, że przesunięcie fal spowodowane było efektem Dopplera.

Odpowiedź: $v = -0.396c$

Zadanie 4

Na skutek oddziaływania promieniowania kosmicznego z jądrami tlenu i azotu w górnych warstwach atmosfery powstają mezony π . Są to cząstki nietrwałe, w szczególności mezon π^+ rozpada się na mion i neutrino:

$$\pi^+ \rightarrow \mu^+ + \nu_\mu.$$

Czas życia mezonu π^+ (liczony w układzie własnym) wynosi $\tau_\pi = 2.6 \cdot 10^{-8} \text{ s}$. Zakładając, że mezony wylatują przy produkcji ze średnią prędkością $v = 2.769 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ obliczyć w układzie związanym z Ziemią:

- a) czas życia τ mezonu π^+
- b) średnią drogę d , jaką przebędzie mezon π^+ od momentu kreacji do momentu rozpadu.

Odpowiedź:

- a) $\tau = 6.7 \cdot 10^{-8} \text{ s}$
- b) $d = 18.7 \text{ m}$

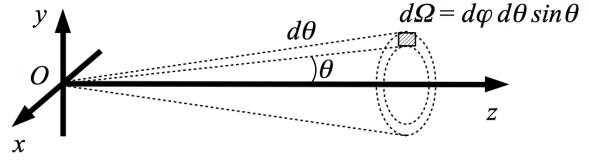
Zadanie 5

Układ odniesienia U' porusza się wzdłuż osi x ze stałą prędkością v w układzie odniesienia U . W układzie U' spoczywa pręt o długości l_0 tworzący kąt φ' z osią x' (przy czym $\hat{e}_{x'} \parallel \hat{e}_x$). Jaką długość pręta l i jaki kąt φ z osią x zmierzy obserwator w U ?

Odpowiedź: $l = l_0 \sqrt{\cos^2(\varphi')/\gamma^2 + \sin^2(\varphi')}$, $\tan(\varphi) = \gamma \cdot \tan(\varphi')$

Zadanie 6

Wiązka światła tworzy w układzie U kąt bryłowy $d\Omega \equiv d\varphi d\theta \sin \theta$ (rysunek obok). Wzdłuż osi z porusza się układ U' ze stałą prędkością $\beta = v/c$. O jaki czynnik zmieni się kąt bryłowy, jeśli obserwację wiązki światła będziemy prowadzić z układu U' ? Wyraż $d\Omega'$ jako funkcję: $d\Omega$, β i θ .



Odpowiedź: $d\Omega' = \frac{1-\beta^2}{(1-\beta \cos(\theta))^2} d\Omega$